

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

KOKOKEKU Publication No. 1-30082

(11) Publication number : 56-126752

(43) Date of publication of application : 05.10.1981

(51) Int.CI.

G01N 23/22

(21) Application number : 55-030745

(71) Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22) Date of filing : 11.03.1980

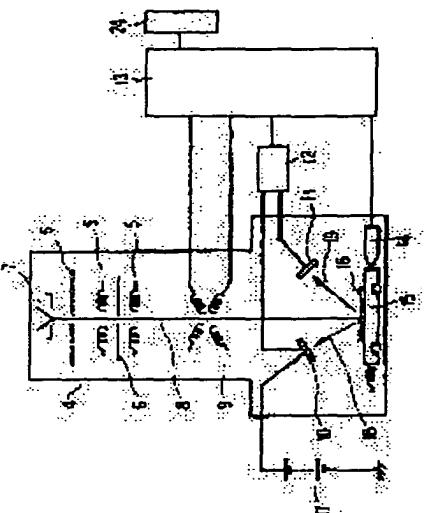
(72) Inventor : KUJI NORIO
WADA YASUSHI

(54) INSPECTING DEVICE FOR DEFECT OF MASK

(57) Abstract:

PURPOSE: To make inspection highly speedy by applying electron beams on the mask to be inspected, detecting reflected electrons by a reflected electron inspector, detecting the secondary electrons by a secondary-beam detector and operating the outputs of these two detectors in a prescribed manner.

CONSTITUTION: A scanning-type electron beam mirror tube 4 has the secondary-electron detector 10 provided above a stage 15 whereon the mask 16 to be inspected is placed, the reflected electron detector 11 provided above the stage 15 and the operation circuit 12 connected to these two electron detectors 10 and 11. While the reflected electrons generated by application of electron beams on the mask 16 to be inspected are detected by the reflected electron detector 11, the secondary electrons generated by the application are detected by the secondary-electron detector 10, prescribed operation based on the outputs of both detectors 10 and 11 is performed by the operation circuit 12, the operated values thereof are utilized as a pattern information on the mask 16 to be inspected, and thereby the defect in the mask 16 is inspected.



⑫ 特許公報 (B2) 平1-30082

⑬ Int.CI.
G 01 B 15/00
H 01 L 21/66

識別記号

厅内整理番号
B-8304-2F
6851-5F

⑭ 公告 平成1年(1989)6月16日

発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 パタン欠陥検査装置

⑯ 特願 昭55-30745

⑯ 公開 昭56-126752

⑯ 出願 昭55(1980)3月11日

⑯ 昭56(1981)10月5日

⑰ 発明者 久慈憲夫 東京都武藏野市緑町三丁目9番11号 日本電信電話公社武藏野電気通信研究所内

⑰ 発明者 和田 康 東京都武藏野市緑町三丁目9番11号 日本電信電話公社武藏野電気通信研究所内

⑰ 出願人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑰ 代理人 弁理士 中村純之助

審査官 白石光男

⑯ 参考文献 特開 昭50-56283 (JP, A) 特開 昭52-73788 (JP, A)

1

2

⑰ 特許請求の範囲

1 走査型電子ビーム鏡筒の試料が載置されるステージの上方に設けた二次電子検出器と、上記ステージの上方に設けた反射電子検出器とを備え、
電子ビームの上記試料への照射によって発生する
二次電子を上記二次電子検出器で検出するとともに、上記照射によって発生する反射電子を上記反射電子検出器で検出して、マスク、半導体ウエハの少なくとも一方のパタン欠陥を検査する装置において、上記二次電子検出器および上記反射電子検出器に接続されかつ上記両検出器の出力に線形演算を行なう演算回路を具備することを特徴とするパタン欠陥検出装置。

発明の詳細な説明

この発明はLSIマスク等のマスク、半導体ウエハの少なくとも一方のパタン欠陥を検査する装置に関するものである。

従来のマスクのパタン欠陥検査装置としては、第1図に示すように、レーザ光スポット3でマスク上を走査し、その反射光検出出力をマスク本体1'上に形成された金属パタン1の有無に対応した1あるいは0のデータに離散化したのち、そのデータと所定の設計データあるいは標準パタンとのパタン対比を計算機によつて行なうようにしたものがある。しかし、この装置にあつては、レー

ザ光を用いかつ单一の検出器を用いることに起因する次のような問題がある。

(1) パタン欠陥の原因となるマスク上の付着物に対する解像度が低い。たとえば、付着物2の反射率が金属パタン1の反射率に較べて低い場合には、検出器出力の離散化操作で見逃し易く、また反射光量が同等の場合には、付着物2があるか否かの識別が困難である。このような問題に対しては、反射光のみを捕える单一の検出系にのみ依拠しかつ2値の離散化操作のみを行なう装置では対処が不可能であるということができる。

(2) 走査回数を減すことによる高速化が困難である。たとえば、第1図において、フェーズ(A)とフェーズ(B)とではデータのサンプリングタイミングが異なるので、検出出力が異なり、フェーズ(A)では付着物2を見逃し、またフェーズ(B)では付着物2を過小評価をするおそれがある。それ故、スポット3のサイズを最小線幅よりかなり小さくする必要がある。

(3) 处理の高速化の面で限界がある。すなわち、レーザ光を用いる場合には、マスク上走査はレンズ系またはステージの機械的移動に依拠せざるを得ず、それ故全電気的制御ができないので、走査と走調を合せたデータ収集に多大な時

間を要する。

また、従来のバタン欠陥検査装置には電子ビームを用いたものがある。この装置においては、電子ビームをマスク上に走査し、照射線から発生する種々の信号を各々の検出器で捕え、レーザ光の場合と同様に標準バタンと比較している。

しかしながら、この装置においては、X線、オージェ電子、電子励起ルミネセンス等が分離されて検出されていたにも拘らず、信号成分の大部分を占める二次電子、反射電子は分離されることなく単一の検出器で検出されていたため、次のような問題点がある。

- (1) マスク上の付着物に対する解像度が低い。たとえば、入射電子数に対する二次電子発生率 μ_s 、入射電子数に対する反射電子発生率 μ_r は表面の物質により変化するが、付着物の上で一方の発生率たとえば二次電子発生率 μ_s が増大した分だけ他方の発生率すなわち反射電子発生率 μ_r が減少すれば、発生率 μ_s 、 μ_r に和は変化しないから、検出器の出力は変化せず、その部分の付着物を見逃すことになる。
- (2) 二次電子と反射電子とを分離せずに单一の検出器で検出し、しかも詳細に分析するには、X線等の他の信号成分を利用する事になるが、X線等の信号量は小さいので、能率が悪い。
- (3) 試料によっては識別できない場合があるから、対象とする表面物質が変わったときに柔軟に対応できない。

この発明は上述の問題点を解決するためになされたもので、バタン欠陥検査の精度向上と高速化を図ることのできるバタン欠陥検査装置を提供することを目的とする。

この目的を達成するため、この発明においては、走査型電子ビーム鏡筒の試料が載置されるステージの上方に設けた二次電子検出器と、上記ステージの上方に設けた反射電子検出器とを備え、電子ビームの上記試料への照射によって発生する二次電子を上記二次電子検出器で検出するとともに、上記照射によって発生する反射電子を上記反射電子検出器で検出して、マスク、半導体ウエハの少なくとも一方のバタン欠陥を検査する装置において、上記二次電子検出器および上記反射電子検出器に接続されかつ上記両検出器の出力に線形

演算を行なう演算回路を設ける。

第2図はこの発明に係るマスクのバタン欠陥検査装置の構成を示す概略図である。図において、4は走査型電子ビーム鏡筒で、走査型電子ビーム鏡筒4は電子統7、アーチヤ6、レンズ系5、偏向系9、被検査マスク16が載置されるステージ15、ステージ駆動系14等によつて構成されている。10はステージ15の上方に設けた二次電子検出器、17は高圧バイアス、11はステージの上方に設けた反射電子検出器、12は二次電子検出器10と反射電子検出器11に接続したアナログ演算回路、13は偏向系9に接続した走査制御回路、24は走査制御回路13、アナログ演算回路12およびステージ駆動系14に接続した中央処理装置(CPU)である。

このバタン欠陥検査装置においては、電子統7を出発した電子ビーム8はレンズ系5および偏向系9の作用を受けた後、ステージ15に載置されている被検査マスク16の表面に達する。このとき、被検査マスク16の表面状態に応じて、矢印18で示すように2次電子が発生し、また矢印19で示すように反射電子が発生する。そして、二次電子発生率 μ_s と反射電子発生率 μ_r の和を μ とすると、 μ のエネルギー分布は第3図のようになる。この第3図において、低エネルギー帯域にあるピーク20は二次電子が主成分であり、また高エネルギー帯域にあるピーク21は反射電子が主成分である。このようなエネルギーの違いがあるので、二次電子と反射電子とを分離して取り出すことは既存の分析方法で充分可能である。すなわち、被検査マスク16と二次電子検出器との間に高圧をかけて、二次電子検出器10では低エネルギーの二次電子だけを吸引するようになっており、二次電子検出器10からは二次電子発生率 μ_s に比例した出力が得られる。これに対して、低エネルギーの電子を追い返すフィルタを持つ反射電子検出器11にはエネルギーの高い反射電子のみが到達し易く、反射電子検出器11からは反射電子発生率 μ_r に比例した出力が得られる。ここで、一般に二次電子とは入射電子の非弾性散乱により原子から発生された電子のうち表面に達し、しかも物質の仕事関数で決まるボテンシャル壁を超えて試料表面から放出される電子を言い、二次電子発生率 μ_s は物質表面の物理状態に大きく依存する。また、反射

電子とは弾性散乱により表面で発生する電子を言い、反射電子発生率 δ_1 は表面物質の電子量により決定される。したがつて、演算回路12により検出器10, 11の出力に線形演算を施すと、被検査マスク16の表面状態に応じて線形演算の処理結果が大きく相違するから被検査マスク16の表面の詳細な分析が可能になる。

表は被検査マスク16の表面状態と検出器10, 11の出力 δ_1 , δ_2 、演算回路12の処理結果 δ_1 、従来の検出器の出力 δ_3 との関係の例を示すもので、結果 $\delta_1 = \delta_3 - 3.5\delta_2$ であり、出力 $\delta_2 = \delta_3 + \delta_1$ である。

表

表面状態	出力 δ_3	出力 δ_2	結果 δ_1	出力 δ_1
①バタンなし	1.4	0.4	0	1.8
②バタンあり	1.4	0.2	0.7	1.6
③付着物A	1.3	0.3	0.25	1.6
④付着物B	1.6	0.2	0.9	1.8

ここで、表面にバタンが載っている所と載っていない所のそれぞれの領域では、表面状態が一様である限り、発生率 δ_1 , δ_2 は一定であると考えられ、処理結果 δ_1 もそれぞれの領域で一定の値を持つ。すなわち、バタンのないケース①では $\delta_1 = 0$ であり、またバタン欠陥のあるケース②では $\delta_1 = 0.7$ である。したがつて、バタン欠陥のない理想的なマスクバタン上の考えられる全ての種類の領域についての処理結果 δ_1 をデータとして具有しているならば、全く従来と同様のバタン欠陥の検査ができることになる。さらに加えて、処理結果 δ_1 の対比によって、バタン以外の付着物質についても精度高く識別することができる。たとえば、ケース③の付着物Aのように、従来検出器出力 δ_3 が1.6であつて、ケース②のバタンありの場合と同じ値を示しているときには、従来装置では判別が不可能であるのに対して、バタン、付着物Aの表面の物理状態、原子量が相違していれば、発生率 δ_1 , δ_2 の相違として表われ（ケース②ではそれぞれ1.4, 0.2、ケース③ではそれぞれ1.3, 0.3）、処理結果 δ_1 が相違する（ケース②では0.7、ケース③では0.25）。また、ケース④の付着物Bのよう

に、従来検出器出力 δ_3 が1.6であつて、ケース①のバタンなしの場合と同じ値を示しているときにも、従来装置では判別が不可能であるのに対して、マスク本体、付着物Bの表面の物理状態、原子量が相違していれば、発生率 δ_1 , δ_2 の相違として表われ（ケース①ではそれぞれ1.4, 0.4、ケース④ではそれぞれ1.6, 0.2）、処理結果 δ_1 が相違する（ケース①では0、ケース④では0.9）。さらに、ケース④の付着物Bのように、付着物質の原子量がマスクバタン物質の原子量に近い場合には、反射電子発生率 δ_1 がケース②と等しくなり（ケース②、ケース④ともに0.2）、反射電子検出器11のみでは検出できないが、表面の物理状態の違いがあれば、二次電子発生率 δ_1 の相違として表われ（ケース②では1.4、ケース④では1.6）、処理結果 δ_1 が相違する（ケース②では0.7、ケース④では0.9）。このように、二次電子検出器10および反射電子検出器11を併用することによつて、バタン欠陥検査精度を向上させることができ。

また、上述実施例のように構成すれば、電子ビーム8は電子的走査が可能なので、第2図に示すように、被検査マスク16上の電子ビームプローブ走査とデータ収集を中央処理装置24によるデータ処理系と結合した専用の走査制御回路13を用いて統一的に全電子的に制御することができ、自動的に高速同期がとれることになり、バタン欠陥検査処理能力の向上を図ることができる。

さらに、検査プローブとして最小線幅の半分程度の大型成形ビームを用いた場合には、マスク面上の走査回数を大幅に減らすことができ、検査をさらに高速化することができる。たとえば、第4図では1/5サイズのスポット22に較べ大型成形ビームのスポット23では25倍の速度でマスク面上を走査することができる。なお、これによつて失われる分解能は、たとえば第5図に示すように、ビームのスポット23のなかに占めるバタン1の部分の面積の比率と、検出によって演算された処理結果との対比値をデータとして具有し、基準値の多値化を図ることにより計算機処理すれば、補償が可能である。そして、第1図に示すような表面付着物2に対するフェーズの差も、検出器10, 11の出力の線形演算の処理結果の基準値多値化によつて対処することができる。

なお、上述実施例においては、マスクのバタン欠陥検査装置について説明したが、電子ビーム露光装置を用いて直接露光された半導体ウエハや、従来のマスク露光により製作された半導体ウエハのバタン欠陥の検査を行なう装置にもこの発明を適用できることは当然である。

以上説明したように、この発明に係るバタン欠陥検査装置においては、電子ビームを電気的に偏向することが可能であるから、検出器の出力の処理と同期したバタン欠陥検査の全電子的制御が可能となり、検査の高速度化を実現することができる。また、表面状態を二種類の検出器で補い合うことによって知ることができ、かつバタン物質と表面付着物との区別が可能となるので、バタン検査精度が向上する。このように、この発明の効果

は顕著である。

図面の簡単な説明

第1図はレーザ光スポットのマスク面上走査を示す説明図、第2図はこの発明に係るマスクのバ

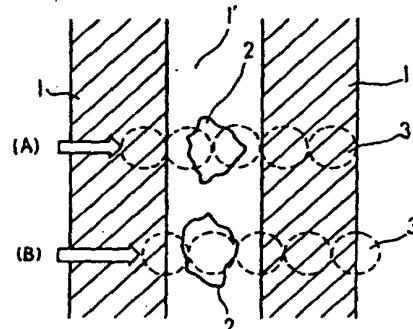
5 タン欠陥検査装置の構成を示す概略図、第3図はマスク面上の電子発生率のエネルギー分布を示すグラフ、第4図は試験プローブのスポットを大型矩形にした場合を示す説明図、第5図はマスクバタンにかかる大型矩形ビームの位相を示す説明図で

10 ある。

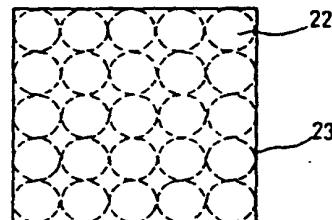
4 ……走査型電子ビーム鏡筒、8 ……電子ビーム、10 ……二次電子検出器、11 ……反射電子検出器、12 ……アナログ演算回路、13 ……走査制御回路、15 ……ステージ、16 ……被検査

15 マスク、24 ……中央処理装置。

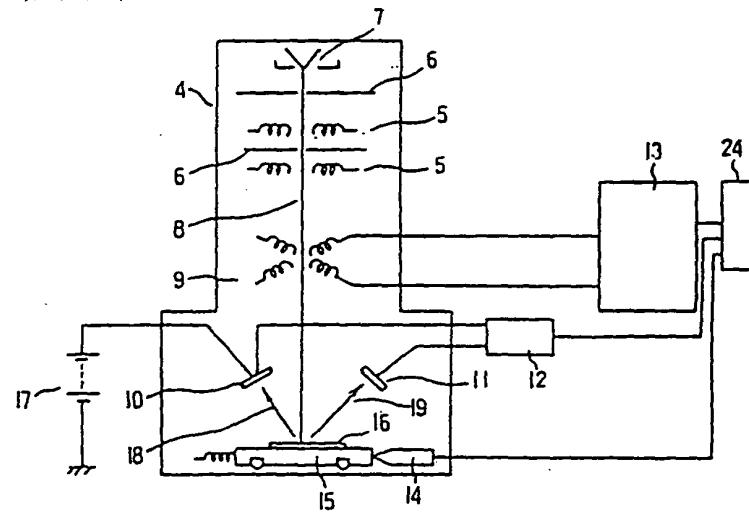
第1図



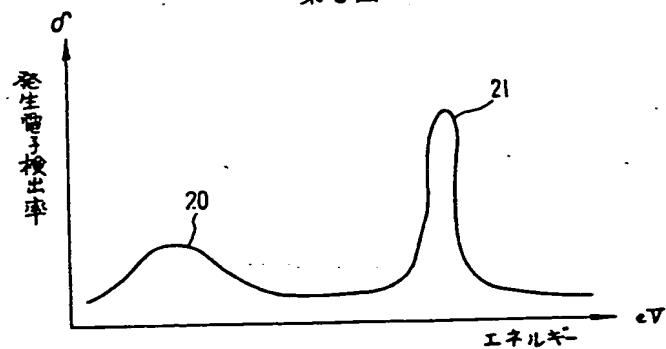
第4図



第2図



第3図



第5図

